



TITLE:

科研費研究会報告 価数揺動状態の 総合的研究

AUTHOR(S):

CITATION:

科研費研究会報告 価数揺動状態の総合的研究. 物性研究 1984, 42(6)

ISSUE DATE:

1984-09-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/91440>

RIGHT:

科研費研究会報告

価数揺動状態の総合的研究

昭和 58 年度 文部省科学研究費 総合研究 A

研 究 会 報 告 書

課題番号 56340018

緒言： 三年間の研究のまとめと将来への展望

今年度は価数揺動状態に関する三年計画の総合A研究の最終年度に当たり、その意味でのまとめの研究会をはじめ、なるべくまとめる方向の研究を行ったが、次々と新しい様相が現われてきて、まだ先は長いという見通しが強い。

三年前の時点に於いては SmB_6 に典型的にみられる4fレベルが正にフェルミ準位上に存在することによる狭い、従ってプロトン並に重い、従ってあらゆる多体的ボーラロン効果を含んだ、擬フェルミ粒子の作る価数揺動的バンド状態の特性が世界的には興味を中心にあり、サンタバーバラの国際会議に於いては笠谷を中心とする $\text{Sm}_{1-x}\text{La}_x\text{B}_6$ 系の詳細な研究等が一つの中心テーマであったが、日本に於いては特に理論を中心に長い近藤状態の研究の歴史があって、それにからんだ高濃度近藤状態の研究に当初からかなりの重点があった前者に関しては笠谷を中心とした精力的な実験を中心に大きな進歩があったが、最近やはり笠谷を中心に新たに YbB_{12} がはるかに簡単な系で且つ更に顕著な振舞いを示す事が見出され、単結晶の作成も目指した総合的な研究が進行中であり、この問題も将来に引継がれることになった。

Dense Kondo系に関しては最も典型的例である CeB_6 及びその LaB_6 との合金を中心に小松原、国井、佐藤（憲）を中心に精力的な研究が進められた。ここでの最大の問題はドイツグループとのデータの大きな不一致であり、その原因も含めて研究は極めて慎重にならざるを得なかったが、最終的には試料に於いても（全合金領域で大型単結晶を作成したのは佐藤を中心にした我々の方だけである）測定方法に於いても（彼等の磁気測定に問題がある様に思われる）我々の方に収束しているとして良く、その結果として従来の考えとは逆に初めての四重項近藤状態であること、そしてそれこそが最も典型的なdense Kondo的抵抗の振舞い及び謎に満ちた相IIの存在を可能ならしめている原因であると考えられるに至った。したがってこの様な新たな見地に立った全体の見通しが今後必要になると思われる。なお世界的な趣向としても興味は最近急速にdense Kondo或は α -Ce型異常に移っており、特にdense Kondoと超伝導の共存の発見は新しい超伝導の開発の可能性という実用面の問題ともからんで最近急速に多くの研究者を引き寄せつつある。これらについても我々グループ内に於いて理論、実験が進行中であるが、石川（征）のスイスからの帰国は有力な新たな戦力である。又、佐藤（武）を中心とする CeSi_x は強磁性的なdense Kondo系としてユニークであるが、最近単結晶の作成に成功し、今後の発展が期待される。

Ceプニクタイト、特に CeSb と CeBi の異常磁性は僅か数パーセント存在する半金属的ホールとの強い異方的p-f混成の高次効果によるとの立場での理論（竹ヶ原、高橋等）、実験（鈴木、世良等）両面からの総合的研究が進行中であったが、大きな成果を収めて略一段落した。これは価数揺動に最も基本的なc-f混成効果を総合的に調べようという我々のユニークな立場からの一つの重点項目になっていたものであるが、研究の過程に於いて4f Γ_7 と5d伝導電子のd-f混成が極めてユニークな超高濃度近藤層（数%の伝導電子が100%のCeを近藤状態にする）を作るという発見があり、更にp-f混成も低温では Γ_8 の異常磁

性を引き起すが高温では超高濃度 Γ_0 近藤状態に転化しているのではないかと思わせる実験が現われ、更に最近世良、遠藤等によりBiをTeで置換した $\text{CeBi}_{1-x}\text{Te}_x$ 系で予想に反してTeの増大と共に最初はホール数は減少するが10%Teあたりから逆にホール数は増大し異常磁性は強まり更に Γ_0 近藤状態に転化していると思われる実験が現われ、この系も今後は異常磁性と超高濃度近藤との相克、共存（違った型のp-f混成高次効果の競合）という観点からの新しい研究が発足することになった。

以上の他にも種々の物質についての総合的研究が行われて成果をあげてきたが、特に5f系については4fと3dを結ぶものとしてきわめて興味深く、鈴木、高木を中心にした試料作成グループも幾つかの試料作成並びに測定を行ってきて、竹ヶ原等の理論解析と並んでp-f混成の特徴を示す幾つかの成果を収めてきたが、全体としてはやはり4f系に主力を注ぐ結果となって5f系の研究はむしろ今後飛躍的發展を図るという状況にある。

吾々研究班の基本方針としては、第一回の報告書の緒言に述べた様に先ず最も基本的な試料作成グループの育成と、それにより出来た純良単結晶を用いた、理論も含めた総合的研究にある。上記の諸研究に於いてもこの成果が大きく表われている。北からいって、毛利研（高圧）、石川研（中性子）、藤村研（超音波）、佐川研、石井研（光電子）、大塚研、佐々木研（低温）、安岡研（NMR）、伊達研（高磁場）が夫々世界一流の技術を用いた協同研究を行うことにより世界レベルを抜く質の高い成果が得られたものであり、今後もこの協力関係は更に拡大強化されることが必要である。国外との協力も世界的に常識化しており、吾々も特にグルノーブル（Rossat-Mignot）、プロツラフ（ススキー）、オークリッジ（ムーン等）、エドモント（ホワイト）との間に協同研究を進めた。理論も上記諸研究に密着した研究を行い、特にCeプニクタイトに於いてはむしろ理論主導型の面さえある程であったが、それ以外に於いても山田、芳田の一連のdense Kondo系の扱い、倉本、大川の新しい定式化、酒井の光電効果の扱い、立木、前川のdense Kondo超伝導への試み、吉森のdense Kondoへの重要なアプローチ、興地の厳密解、福山、佐宗の別の角度からの試み、近藤のheavy particleの扱い、黒田のポーラロン効果等、着実な進歩が見られた。一方、基本となるバンド計算は柳瀬、長谷川により定式化され大いに活用されているが、更に相関を取り入れた4fバンドへの拡張の試みが酒井、播磨によりなされつつある。然しdense Kondoのground stateは依然謎であり、これもふくめて理論家の挑戦を待つ問題は山積している状況である。

以上、本研究班は価数揺動の研究に於いて一応所期の目的は達成したと思われる。特に試料作成グループの育成、国内協力関係の確立に於いて見る可き成果があがっている。然し世界的にはdense Kondoの問題を中心にして、より高い盛り上がりを持って新しい次の波が始まろうとしており、吾々もKondo系に対する種々の有利な立場を維持、拡充し乍らこの波に乗り切るには更に現状以上の密接な協力研究が必要と思われる。しかし、そのためにはやはり基本となる予算措置が必要であり、吾々としては次にdense Kondoを中心課題とする新しい研究班の発足についての御協力をお願いしたい。

なお、巻末に、三年間に発表された論文、口頭発表、及び出版物のリストを掲げた。

昭和59年3月1日

東北大学理学部物理

糟谷 忠雄

I. Sm, Yb 化合物系

- 1) anti-Th₃P₄型Sm₄Bi₃, Sm₄Sb₃, Yb₄Sb₃における価数揺動状態
落合明、鈴木孝、糟谷忠雄（東北大理） 1
- 2) Sm₄Bi₃の低温高圧下におけるX線回折による結晶及び電子構造研究
中島哲夫、辻和彦^A、並河一道^A、巨海玄道^B、高橋博樹^C、
石館建男^C、鈴木茂雄^D、落合明^E、鈴木孝^E、糟谷忠雄^E（高工研、
東大物性研^A、北大理^B、静大理^C、東工大理^D、東北大理^E） 4
- 3) Sm₃Se₄の価数揺動時間
田巻明、後藤輝孝、藤村忠雄、国井暁^A、鈴木孝^A、
糟谷忠雄^A（東北大科研、東北大理^A） 9
- 4) RB₂C₂（R:希土類金属）の物性
笠谷光男、根岸賢司、播磨尚朝、劉博、糟谷忠雄（東北大理） 11
- 5) YbB₁₂に於る価数揺動状態
伊賀文俊、笠谷光男、糟谷忠雄（東北大理） 17

II. f 電子系以外の価数揺動状態

- マグネタイトの原子価数揺動状態 - Molecular Polaron Model -
山田安定（阪大基礎工） 23

III. U 化合物系

- ウランプニクタイトのNMR
新妻規夫、高木滋、鈴木孝、糟谷忠雄（東北大理） 27

IV. バンド計算

- 1) AuCu₃型ウラン化合物の電子エネルギーバンド構造
長谷川彰（新潟大教養） 30
- 2) バンド計算の4fレベル（コメント）
播磨尚朝、柳瀬章^A、糟谷忠雄（東北大理、大阪府大総合^A） 32

V. 理論

- 1) 非対称アンダーソンモデルの熱的性質 興地斐男（阪大工） 33
- 2) Dense Kondo系について 山田耕作（京大基研） 36
- 3) 周期的アンダーソンハミルトニアンに於るフェルミ液体理論
大川房義（東大物性研） 40
- 4) 自己無撞着摂動理論とその低温極限 倉本義夫（東北大工） 45

VI. Ce 化合物系

- 1) Ce化合物のDense Kondo効果
大貫惇睦、古川保典、清水佳昌、小松原武美（筑波大物質工） 49

2) CeB₆のCe-希釈効果

佐藤憲昭、国井曉、糟谷忠雄、毛利信雄^A、永野弘^B、
住山昭彦、小黑勇、S.B.Woods (東北大理、北大理^A、
東大物性研^B、アルバータ大^C)

5 4

3) CeB₆, LaB₆の比熱、熱伝導、熱起電力

国井曉、C.Ayache^A、糟谷忠雄 (東北大理、CENG^A)

5 8

4) PrB₆及びNdB₆の磁性と伝導

板橋聖一、吉沢正人^A、国井曉、高木滋、糟谷忠雄
(東北大理、東北大科研^A)

6 2

5) Ceプニクタイトの異常磁性とp-f混成機構についての実験的研究

北沢英明、世良正文、小黑勇^A、鈴木孝、糟谷忠雄
(東北大理、東大物性研^A)

6 5

7) Ceプニクタイトの異常磁性

高橋尋子、糟谷忠雄 (東北大理)

7 0

8) Ce化合物のXPSとf準位

竹茂求、高橋尋子、酒井治、糟谷忠雄 (東北大理)

7 6

Ⅶ. 格子系および電子-フォノン相互作用

1) 希土類化合物の超音波測定

後藤輝孝、田巻明、神田栄三郎、国井曉^A、鈴木孝^A、世良正文^A、
藤村忠雄、糟谷忠雄^A (東北大科研、東北大理^A)

8 0

2) YB₆の超伝導とフォノン

国井曉、門脇和夫^A、伊達宗行^B、S.B.Woods^A、糟谷忠雄
(東北大理、アルバータ大物理^A、阪大理^B)

8 2

3) CeBi_{1-x}TeXとSmB₆の中性子散乱実験

遠藤康夫 (東北大理)

8 4

4) ランタン六硼化物の格子振動

竹ヶ原克彦、糟谷忠雄 (東北大理)

8 7

5) 混合原子価系に於るポーラロン効果の温度依存性

馬場久也 (東北大理)

9 3

Ⅷ. 高濃度近藤状態と超伝導の共存系

1) 高濃度近藤超伝導体

石川征靖 (東大物性研)

9 6

2) CeIn₃における高濃度近藤状態と超伝導

高青竹、世良正文、鈴木孝、藤田敏三、糟谷忠雄、
石川征靖^A (東北大理、東大物性研^A)

9 9

3) 高密度近藤系の電子状態と超伝導

寺中久男、松浦民房、黒田義浩 (名大理)

1 4 0

4) CeCu₂Si₂とUBe₁₃の超伝導

立木 昌 (東北大金研)

1 0 6

Ⅸ. 価数揺動状態のまとめ

糟谷忠雄 (東北大理)

1 1 1